

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

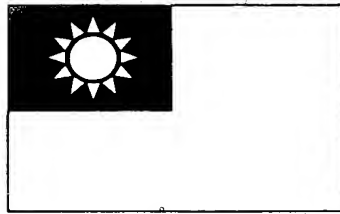
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Problem Image Mailbox.**

Huang-Chen GUO et al.  
April 14, 2004  
BSKB  
(703) 205-8000  
3313-1156 PUSI  
1 of 1



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 10 月 24 日  
Application Date

申請案號：092129666  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 3 月 12 日  
Issue Date

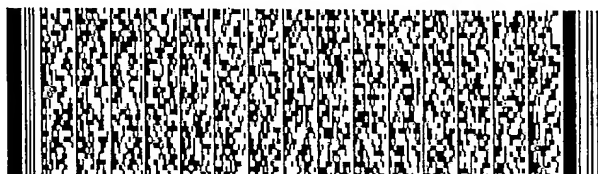
發文字號：09320239160  
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

# 發明專利說明書

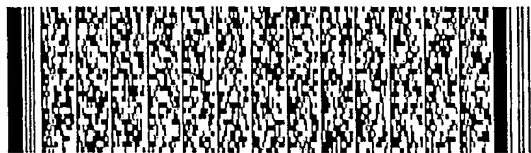
發明名稱	中文	使用S型波導之可調式光衰減器及其方法
	英文	
發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 郭晃禎 2. 呂英宗
	姓名 (英文)	1. Huang-Chen GUO 2. Ying-Tsung LU
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 2. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	住居所 (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 2. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或姓名 (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
	代表人 (英文)	1. Cheng-I WENG



四、中文發明摘要 (發明名稱：使用S型波導之可調式光衰減器及其方法)

本發明揭露一種使用S型波導之可調式光衰減器及其方法，包括有一披覆層，具有一第一折射率，並具有一凹槽；以及一中心層，具有一隨溫度改變之第二折射率，且鑲入該凹槽中，藉由溫度改變以中心層的折射率變化，俾使經由中心層所傳輸之一光訊號，其衰減量隨著中心層之溫度而改變，以調整光訊號的衰減量。

五、英文發明摘要 (發明名稱：)



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第 1 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10 中心層

20 披覆層

30 緩衝層

40 電極層

50 溫度控制器

ncladding 第一折射率

ncore 第二折射率

W 寬度

t 厚度



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期:

案號:

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權:

申請案號:

無

日期:

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期:

四、☐有關微生物已寄存於國外:

寄存國家:

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構):

寄存機構:

寄存日期:

寄存號碼:

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光衰減器，特別是一種利用 S 型波導彎曲及間接折射率變化，使得光衰減器具有大範圍的調整功能之可調式光衰減器。

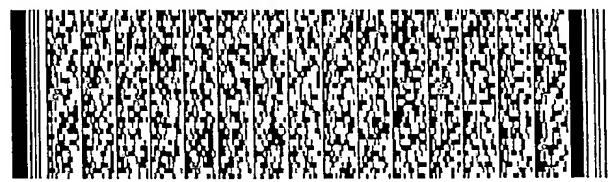
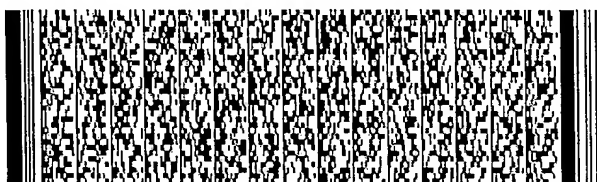
### 【先前技術】

光衰減器係用於對光功率進行衰減的一種元件，是非常重要的光學被動元件，可依照技術要求將光信號能量進行預期性地衰減，主要用於光纖系統的指標測量、短距離通信系統的信號衰減以及系統試驗等。

光衰減器的原理概略分為兩種，其一是利用縱向或橫向位移法，刻意使光纖不對準以達成光衰減的目的，另外一種是在光路中加入一具有光吸收特性的玻璃片。可以分為固定式、分級可變式、連續可調式等。

目前大部分以應用於各類系統或儀器的衰減器，大多使用光學系統技術或光纖結構技術，另外一種為使用光波導元件的技術。以往之光衰減器多使用光學架構來達成，而用於光纖通訊系統中，為了整合性與便利性的考量，往往會用光纖衰減器來取代，而在光纖架構中不外乎是以光纖彎曲、平移、加壓或改變折射率的方式來達成其衰減的功用。

以結構體積而言，採用光學系統技術與光纖結構技術的光衰減器體積比採用光波導元件技術大。而在結構複雜度方面，以光學系統技術製作的光衰減器最簡單且成本最低，但衰減量的調整比採用光波導元件技術的光衰減器困



## 五、發明說明 (2)

難。

換言之，光學系統以及光纖結構兩種主流技術，均存在有結構太大、成本略高以及可調性不易等技術困難。以目前光通訊積體化技術發展的趨勢來看，光波導結構的衰減器已成為必然的技術，如美國第 6385383 號中所揭露的光波導架構，其為直波導架構，共有兩處披覆不同的材料，而且是以埋入式的方式製作，會有光反射的影響，並有製作不易的問題，其溫度調致範圍需達  $180^{\circ}\text{C}$ ，為其最大的不穩定點。此外，其中心層波導 (core) 是係包覆 (cladding) 於披覆層 (cladding layer) 中，增加製作程序上的複雜度。

而在美國早期公開之第 2003/0016937A1 號之專利中，其製作方式為弧形波導結構，其波導截面結構一樣為埋入式，因此除了不易製作外，其溫度調致範圍亦需達  $90^{\circ}\text{C}$ ，且其較不易成為光積體化的一部份，原因在於其光輸出方向不平行於入射方向，不易當作積體化元件中的串接元件。

在目前光電積體化的技術發展下，重量輕、體積小、精度高、穩定性佳、方便調整、低成本、製作簡單等為最發展光衰減器技術的主要考量。對於這些要求，習知技術所揭露的光衰減器均存在待改進的空間。

### 【發明內容】

有鑑於上述習知技術所存在待改進之技術課題，本發明的主要目的在於提供一種 S 型波導之光衰減器，具有結





### 五、發明說明 (3)

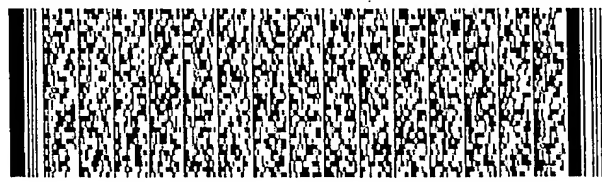
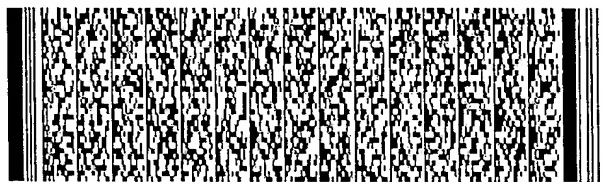
構簡單、製程容易、成本低而且小體積的元件，且具有足夠並簡單的可調整性等優點，藉以解決習知技術所揭露的光衰減器所遭遇的技術困難。

本發明所揭露的 S 型波導之光衰減器，係以一個 S 型波導及埋入式截面架構方式，來調整溫度的變化量以作為光衰減器，以應用於光通訊元件及光波導積體化元件上。

因此，為達上述目的，本發明所揭露之使用 S 型波導之可調式光衰減器，包括有一披覆層，具有一第一折射率，並具有一凹槽；以及一中心層，具有一隨溫度改變之第二折射率，且鑲入該凹槽中，其中經由該中心層所傳輸之一光訊號，其衰減量隨著該中心層之溫度而改變。中心層係由高分子材料製成，披覆層係由玻璃材料製成。

根據本發明的主要技術手段，本發明亦揭露一使用 S 型波導之光衰減方法，經由一光衰減器傳輸一光訊號，其中該光衰減器具有一披覆層以及一高分子材料之中心層，鑲入該披覆層中之一凹槽中，該中心層具有一隨溫度改變之折射率；以及控制該中心層之溫度以衰減該光訊號之強度。

與先前技術相較，本發明所揭露的光衰減器架構，波導截面為鑲入式，因此在製作程序上較習知技術簡單。溫度調致範圍可控制在  $30^{\circ}\text{C}$  內，較不易因溫度變化落差太大而導致元件有老化現象。在環境變數降低情形下，更易於有效控制光的衰減量，而且與積體化元件串接方向一致，較易於作積體化整合與應用。



#### 五、發明說明 (4)

有關本發明的特徵與實作，茲配合圖式以及實施例詳細說明如下。

#### 【實施方式】

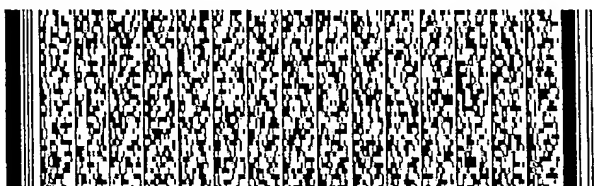
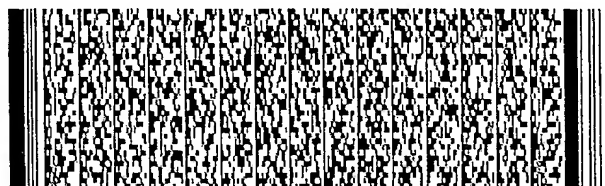
關於本發明所揭露的使用 S 型波導之光衰減器之結構示意圖請參考『第 1 圖』，主要由一中心層 (core layer) 10、一披覆層 (cladding layer) 20、一緩衝層 (buffer layer) 30 以一溫度控制的電極層 40 所組成，中心層 10 係鑲入於披覆層 20 中之一凹槽而裸露出一表面，表面上形成有緩衝層 30，並於緩衝層 30 上形成一電極層 40。其中披覆層 20 的具有一第一折射率  $n_{\text{cladding}}$ ，中心層 10 具有一第二折射率 (index of refraction) 為  $n_{\text{core}}$ 。

中心層 10 所使用的是高分子材料 (polymer)，為主要的導光區域，而外覆的披覆層 20 則是玻璃材料，為對應中心層 10 來搭配光的衰減量。緩衝層 30 則是配合電極層 40 所設計，其材料為二氧化矽  $\text{SiO}_2$ 。

因此，當溫度控制器 50 透過電極層 40 而改變中心層 10 的溫度時，中心層 10 的折射率將隨之改變。

中心層 10 的寬度  $W$  和厚度  $t$  均為特定參數，當光線經由中心層 10 入射後，經過如『第 2 圖』所示的 S 型波導的兩次彎曲結構最後由另一端輸出，如圖所示，S 型波導元件，有包含兩個彎曲部 21、22 的彎曲波導和輸入部 23 與輸出部 24 的直波導，此 S 型波導在製作上具簡單及方便性。

以圖中的 X-Y 座標軸，S 型波導偏移量和角度的關係如下：



##### 五、發明說明 (5)

$$y(x) = (W/L)x - (W/2\pi) \sin((2\pi/L)x)$$

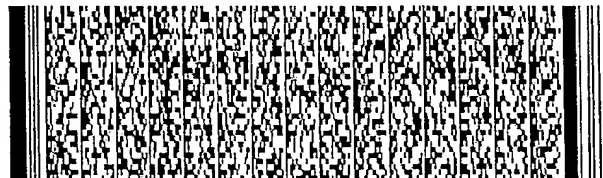
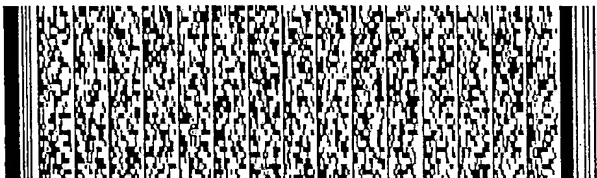
所謂 S 型波導係因為上述公式中的 sine 函數，而類似形狀的波導尚有 cosine 函數，另外，其他可以形成兩個連續彎曲的函數的公式亦可用來設計本發明所揭露的 S 型波導。

利用溫度控制器 50 經由電極層 40 以及緩衝層 30 來調整與控制溫度的變化而改變中心層 10 的折射率  $n_{core}$ 。可利用熱光加熱器或冷卻器作為溫度控制器。

當溫度控制器於中心層 10 加熱或冷卻時，其上的折射率改變是最大的，因披覆層 20 本身因為材質的關係對溫度影響並不明顯。所以當溫度改變時，高分子材料中心層的折射率變化較多，而玻璃披覆層的折射率變化較少，故可較易控制中心層與披覆層之間的折射率變化幅度。

當中心層 10 的折射率因為溫度的改變而小於或等於披覆層 20 的折射率後，於中心層 10 傳遞的光訊號將會改變傳遞路徑而不會經由中心層 10 傳遞，因此，輸出部 24 所接收到的光訊號的功率將因為光訊號路徑的改變而改變，如此即可達到光訊號衰減的目的。

因此，藉由溫度變化性的調整，則光功率隨之改變。假如預設一個溫度調整的範圍，例如  $30^{\circ}\text{C}$ ，並以溫度控制器 50 改變控制溫度的範圍，則中心層 10 的折射率變化也將有一個固定的範圍，以波導對於折射率特性的弱引導 (weakly-guiding)，將中心層 10 與披覆層 20 的折射率差異拉近，並配合彎曲損耗 (bending loss) 進而可以調整



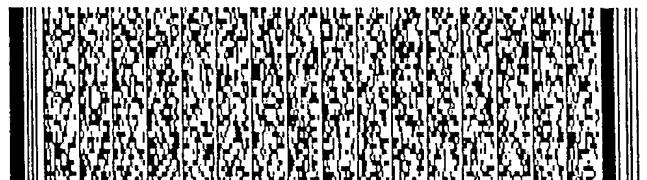
##### 五、發明說明 (6)

##### 光路徑的衰減量。

與習知技術相較，均在控制披覆層的溫度以改變部分披覆層或部分中心層的折射率，而本發明係改變中心層的溫度以改變全部中心層的折射率。習知技術在中心層與披覆層的材料上為相同，或於披覆層採用高分子材料。而本發明的中心層係為高分子材料，披覆層為玻璃材料。

在製作程序上，係先於一玻璃基板上蝕刻出凹型溝槽，以作為披覆層，接著在其溝槽上填入導光層高分子材料，以做為中心層，並在其上旋塗一層緩衝層材料，接著在其上面鍍上金屬電極。

雖然採用光波導元件技術來製作光衰減器具有體積小以及調整容易等優點，但其結構複雜卻導致製程的難度與精準性。因此，本發明所揭露的光波導之光衰減器，改變中心層與披覆層的架構，並利用波導彎曲及間接折射率改變的原理，使光在波導中的彎曲損失 (bending loss) 與間接折射率的 weakly guiding 呈現散射現象，藉以產生大範圍的衰減，並使光波長於傳導過程中仍然維持一定的膜態。除此之外，本發明的主要技術特徵在於中心層和披覆層之間的折射率變化，是以 weakly-guiding 和彎曲波導所造成的彎曲損耗 (bending-loss) 來構成整個衰減機制。本發明所揭露的結構，其合適的光波段可由模擬的響應圖來驗證。請參考『第 3 圖』，藉由調整溫度  $\Delta T = 20.3^{\circ}\text{C} \sim 50.3^{\circ}\text{C}$ ，並可由『第 3 圖』看出其對波長關係的衰減量。對於  $1.28\mu\text{m} \sim 1.33\mu\text{m}$  的通訊波長，可發現藉由光訊號隨著



#### 五、發明說明 (7)

溫度的調整而衰減，光衰減量由約 0dB ~ 22dB 之間。

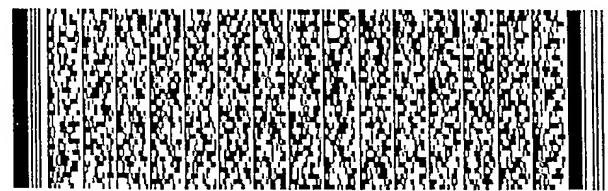
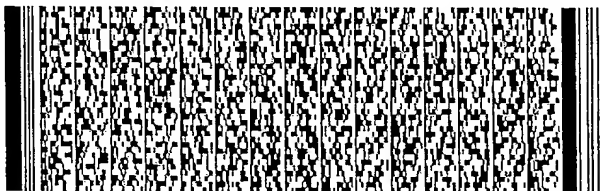
對於另一  $1.51\mu\text{m} \sim 1.56\mu\text{m}$  的光通訊波長，其模擬曲線『第 4 圖』所示，我們可以確知，當調整溫度控制器由  $\Delta T = 27^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$  時，其光衰減量亦隨著改變，由約 0dB ~ 30dB，所以由『第 3 圖』與『第 4 圖』可以得知此溫度控制之衰減器的特性與功能曲線。亦驗證由溫度變化約  $30^\circ\text{C}$  即具有訊號衰減的效應。

本發明所揭露的架構亦可同時應用於更高或更低的溫度範圍作變化。因波導的中心層的折射率改變處較靠近溫度控制器，所以其反應速率也比溫度控制器放置在披覆層處還要快，因此，可以精確地調整溫度所造成的衰減量。對於一般光波導對於極化特性的影響，藉由本發明所揭露的結構亦呈現良好的極化反應，如『第 5 圖』及『第 6 圖』所示，在同一波長下，波導結構對於入射的 TE、TM 模場呈現出極微小的影響。

在波長  $1.28\mu\text{m}$  與  $1.33\mu\text{m}$  中其極化差異量 (TE&TM) 最大為 0.5dB，如『第 5 圖』所示，而在波長  $1.51\mu\text{m}$  及  $1.56\mu\text{m}$  中其極化差異量最大為 0.8dB，如『第 6 圖』所示。

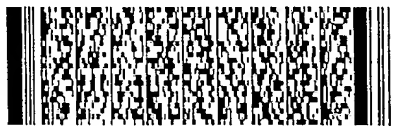
因此，由『第 5 圖』與『第 6 圖』的結果，可以驗證在光波導溫度調變下，本發明所揭露的架構，在衰減與極化變化上均呈現出極佳的可靠性與穩定性。

雖然本發明以前述之較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明



五、發明說明 (8)

之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。



#### 圖式簡單說明

第 1 圖係為本發明所揭露之使用 S 型波導之光衰減器之結構示意圖；

第 2 圖係為 S 型波導之示意圖；

第 3 圖係為不同溫度變化的情形下傳播損失與波長變化 ( $1.3\mu\text{m} \sim 1.35\mu\text{m}$ ) 關係圖；

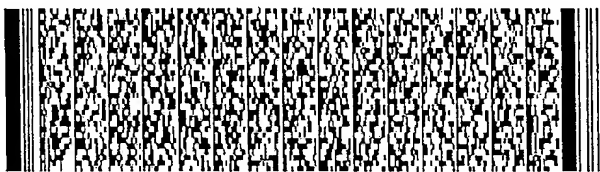
第 4 圖係不同溫度變化的情形下傳播損失與波長變化 ( $1.5\mu\text{m} \sim 1.56\mu\text{m}$ ) 關係圖；

第 5 圖係不同溫度變化的情形下波長 ( $1.28\mu\text{m}$  與  $1.33\mu\text{m}$ ) 對應的 TE 與 TM 的關係圖；以及

第 6 圖係不同溫度變化的情形下波長 ( $1.51\mu\text{m}$  與  $1.56\mu\text{m}$ ) 對應的 TE 與 TM 的關係圖。

#### 【圖式符號說明】

10	中心層
20	披覆層
30	緩衝層
40	電極層
50	溫度控制器
21	彎曲部
22	彎曲部
23	輸入部
24	輸出部
ncladding	第一折射率
ncore	第二折射率
W	寬度



圖式簡單說明

t 厚度





#### 六、申請專利範圍

1. 一種使用 S 型波導之可調式光衰減器，包括有：

一披覆層，具有一第一折射率，並具有一凹槽；及  
一中心層，具有一隨溫度改變之第二折射率，且鑲入該凹槽中，其中經由該中心層所傳輸之一光訊號，其衰減量隨著該中心層之溫度而改變。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該中心層係由高分子材料製成。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，該披覆層係由玻璃材料製成。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該中心層之上表面更包括有一電極層。

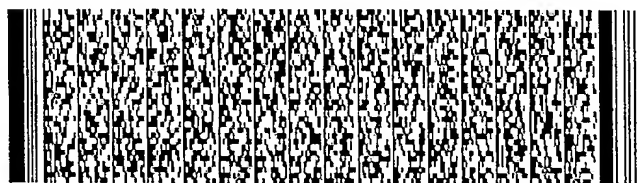
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該電極層與該中心層之間更包括有一緩衝層。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該緩衝層係由二氧化矽製成。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中更包括有一溫度控制器，用以改變該中心層之溫度。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該溫度控制器更包括有一加熱器用以加熱該中心層。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之使用 S 型波導之可調式光衰減器，其中該溫度控制器更包括有一冷卻器用以冷卻該



六、申請專利範圍

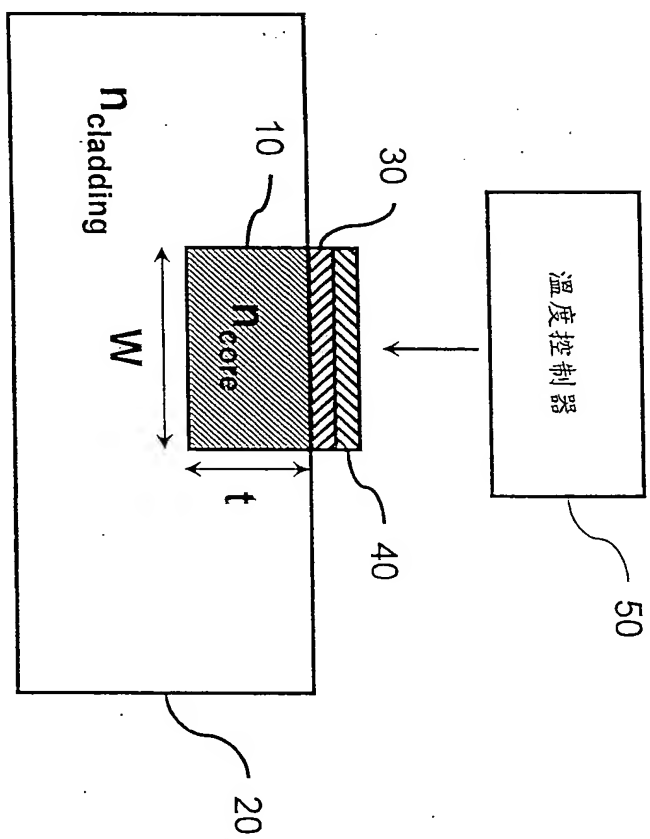
中心層。

10. 一種使用 S 型波導之光衰減方法，包括有下列步驟：

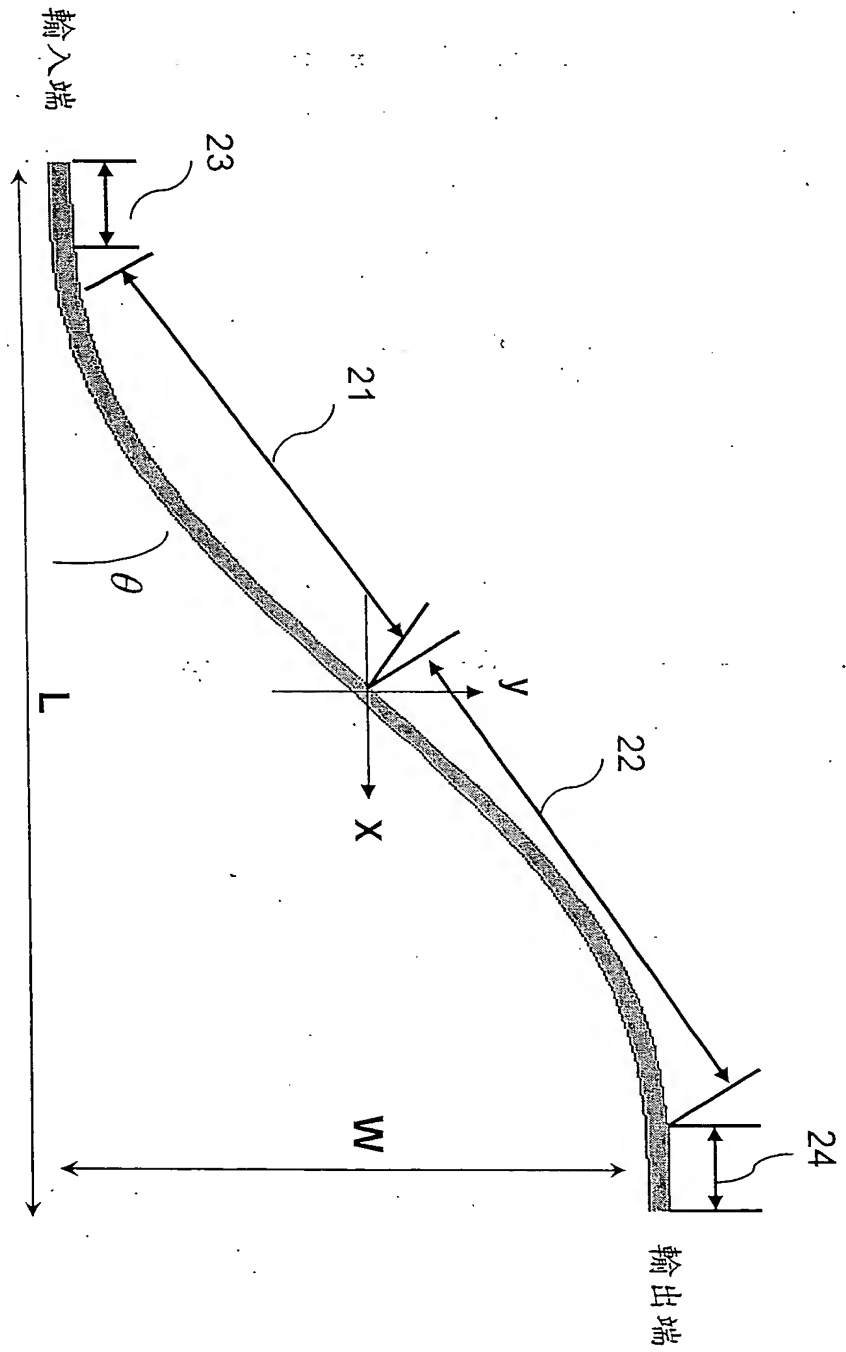
經由一光衰減器傳輸一光訊號，其中該光衰減器具有一披覆層以及一高分子材料之中心層，鑲入該披覆層中之一凹槽中，該中心層具有一隨溫度改變之折射率；以及

控制該中心層之溫度以衰減該光訊號之強度。

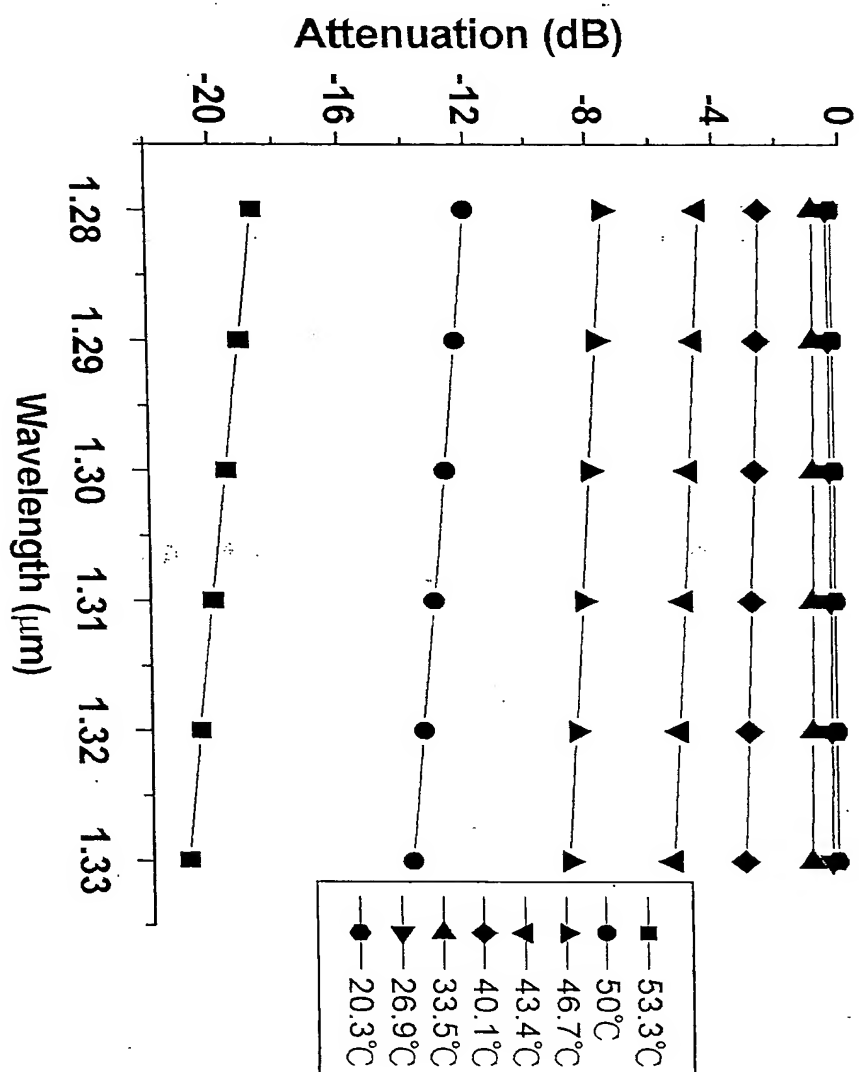




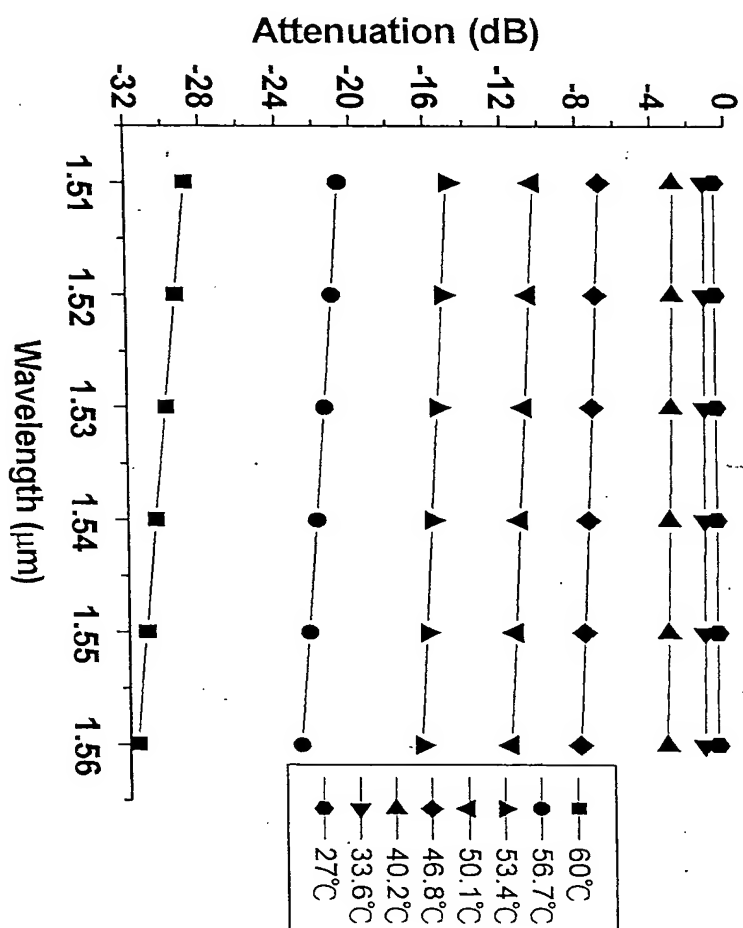
第1圖



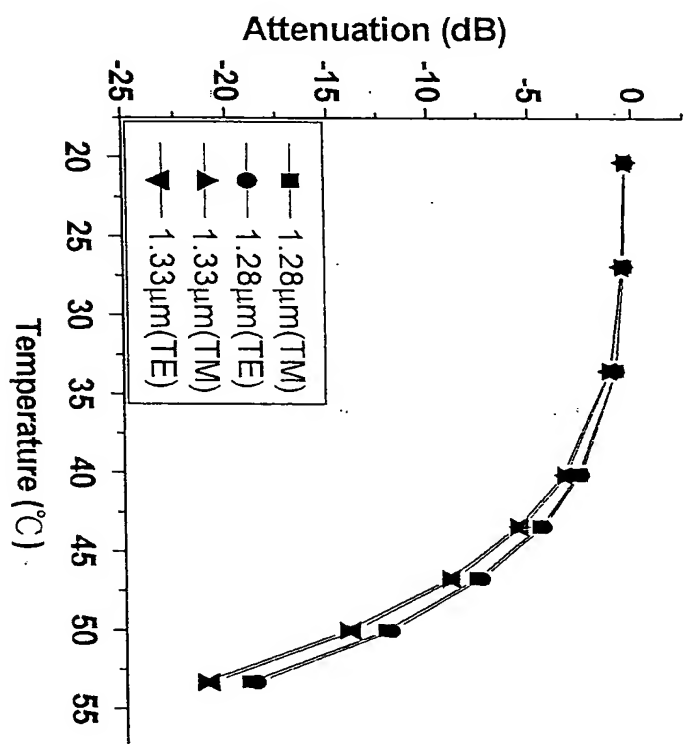
第2圖



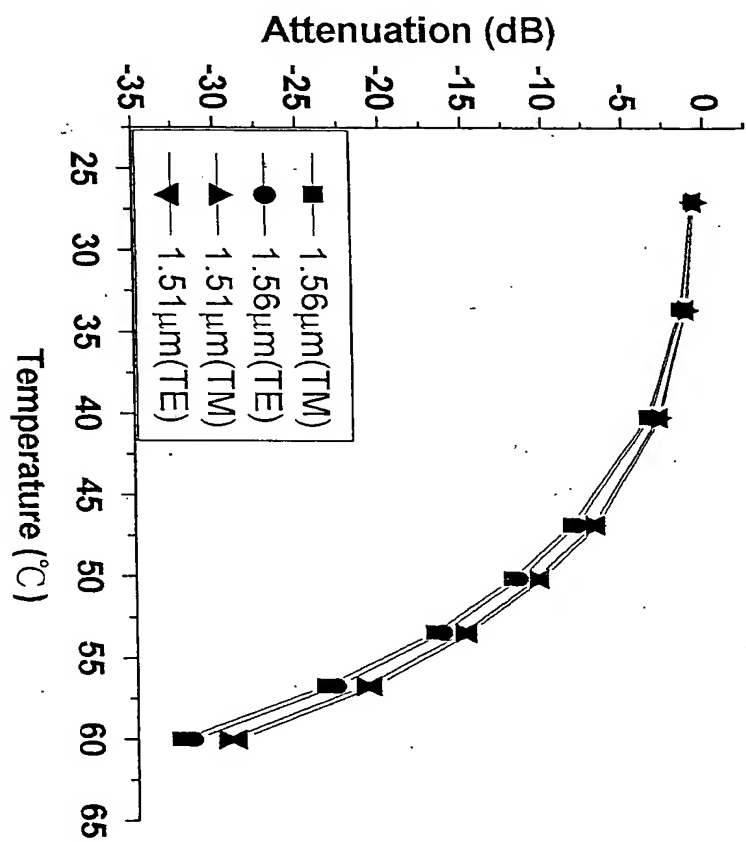
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖



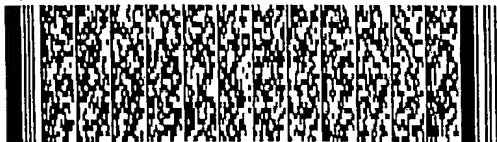
第 1/16 頁



第 2/16 頁



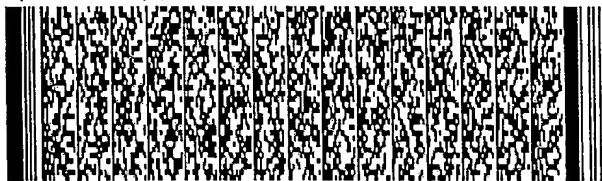
第 3/16 頁



第 4/16 頁



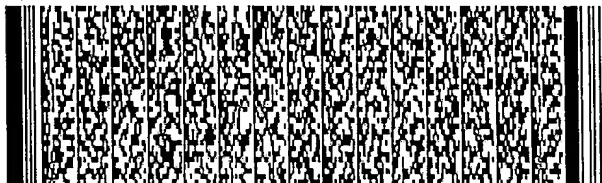
第 5/16 頁



第 5/16 頁



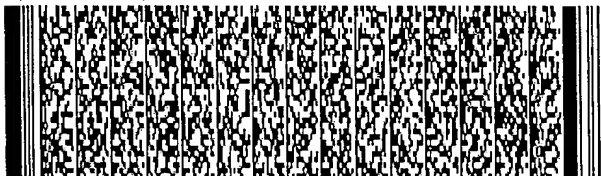
第 6/16 頁



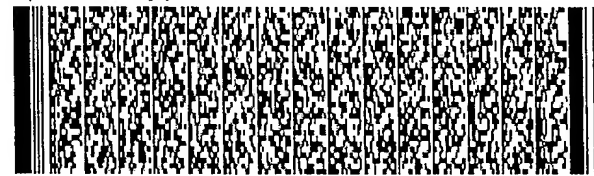
第 6/16 頁



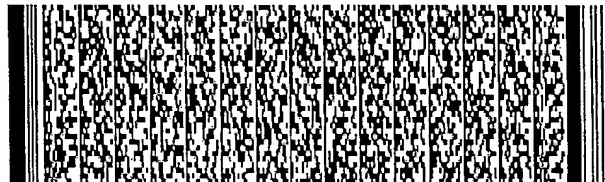
第 7/16 頁



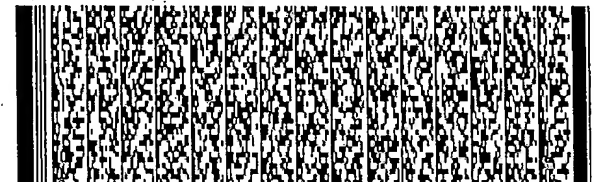
第 7/16 頁



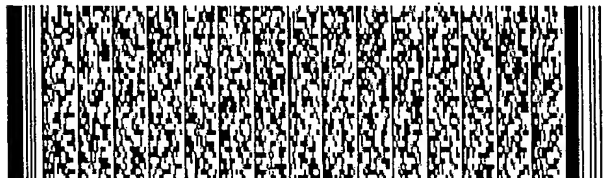
第 8/16 頁



第 8/16 頁



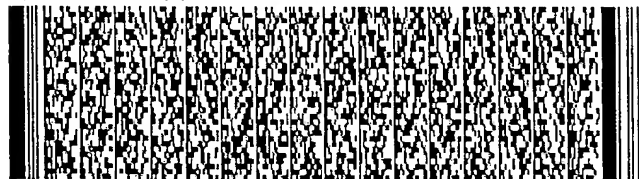
第 9/16 頁



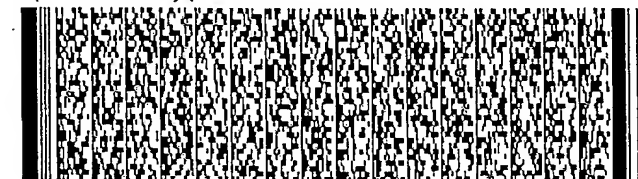
第 9/16 頁



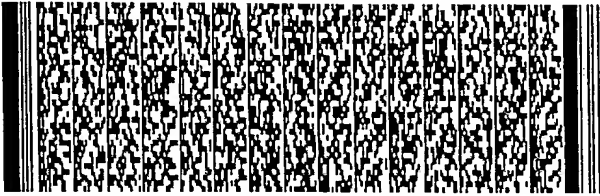
第 10/16 頁



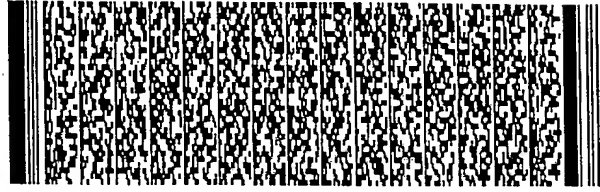
第 10/16 頁



第 11/16 頁



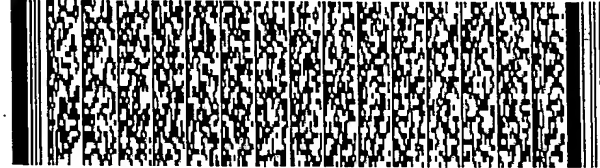
第 11/16 頁



第 12/16 頁



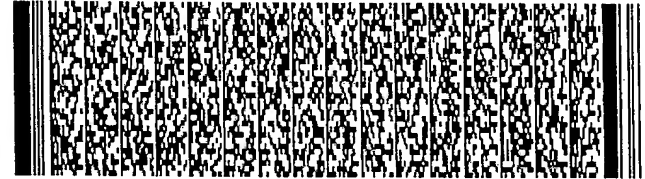
第 13/16 頁



第 14/16 頁



第 15/16 頁



第 16/16 頁

